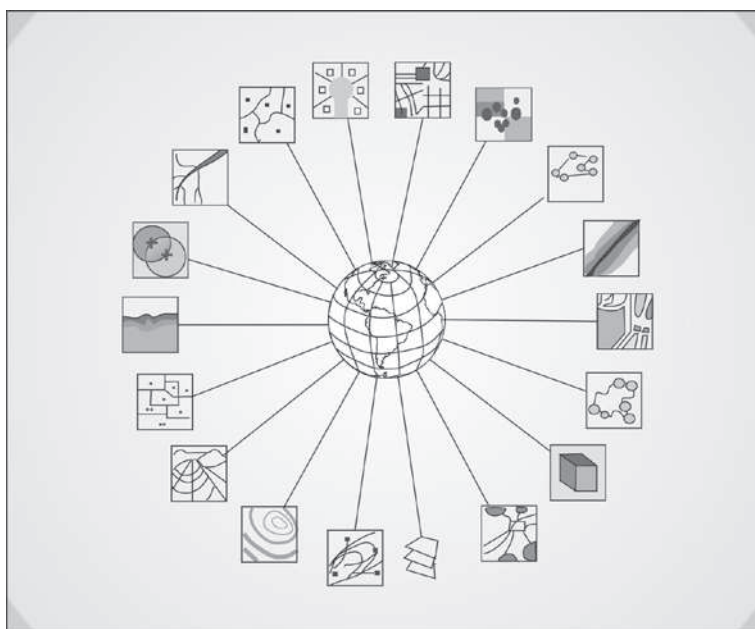


6 Geoprocessamento



*Daniel de Castro Victoria
Edlene Aparecida Monteiro Garçon
Bianca Pedroni de Oliveira
Gustavo Bayma Silva
Daniel Gomes*

156 O que é geoprocessamento?



Consiste no uso de ferramentas computacionais para tratamento e análise de dados geográficos. O conjunto dessas ferramentas, integrado em Sistemas de Informação Geográfica (SIGs ou GIS na sigla em

inglês), permite analisar e cruzar dados oriundos de diversas fontes, facilitando a extração de informação e a tomada de decisão.

157 Quando surgiu o geoprocessamento?

O surgimento do geoprocessamento se confunde com o desenvolvimento da ciência da computação. Apesar de análises espaciais serem empregadas muito antes do uso de computadores, foi na década de 1950 que se começou a usar *hardware* e *software* para auxiliar na elaboração de mapeamentos. Já na década de 1960 o Departamento de Agricultura do Canadá desenvolveu o que é hoje considerado o primeiro programa computacional para análises espaciais, o *Canada Geographic Information System* (CGIS).

158 Quais dados podem ser representados num Sistema de Informação Geográfica (SIG)?

Um SIG pode representar grande variedade de dados espaciais, como localização e delimitação de áreas de interesse, redes de distribuição, topografia, juntamente com outros atributos. Assim, é possível representar:

- Localização de poços.
- Estações meteorológicas e dados relacionados (qualidade de água, temperatura, precipitação).
- Redes de drenagem.

- Estradas.
- Mapas de solo.
- Delimitações de municípios.
- Mapas de uso e cobertura da terra.
- Curvas de nível, etc.

159 Existem sistemas de informação geográfica gratuitos?

Sim. Existem diversas soluções computacionais para SIG. Estão disponíveis programas comerciais e pacotes gratuitos e de código aberto. Cabe ao profissional avaliar a melhor solução a ser utilizada. Alguns dos SIGs gratuitos mais conhecidos são:

- Spring.
- Quantum GIS.
- GRASS.
- gvSIG dentre outros.

160 Os sistemas de mapas “on line” como o Google Earth™ e similares podem ser considerados SIG?

Apesar de não possuir todas as funcionalidades dos SIGs mais complexos, esses aplicativos podem ser considerados como sistemas de informações geográficas de fácil utilização e que contribuem na popularização das ferramentas de geoprocessamento. Permite ainda a representação, o armazenamento e a distribuição de dados espaciais, além de possibilitar algumas análises como medidas de distância e cálculo de rotas.

161 O que são SIGs *On-line* ou WebGIS?

São sistemas computacionais em rede que disponibilizam informações geográficas para visualização e consultas. Tais sistemas devem ainda prover acesso a um banco de dados espaciais que permita a usuários consultar, visualizar e modificar mapas disponíveis.

162 Quais tipos de análise podem ser feitos em num SIG?

Uma das principais análises feitas num SIG é a análise espacial. Esse tipo de análise trabalha com dados em que uma das variáveis é a localização geográfica dos objetos, ou análises baseadas nas relações espaciais entre objetos avaliados. A análise espacial permite que o usuário estude a localização de um determinado evento, como por exemplo, queimadas no Bioma Amazônia, e o relacionamento espacial entre as feições estudadas, como:

- A distância entre focos de incêndio e estradas.
- A relação entre ocorrência de doenças.
- Indicadores de saneamento básico etc.

Trabalhando-se com dados de diferentes épocas, também é possível fazer uma análise multitemporal. Outra forma de análise é definir critérios para identificar locais de interesse, auxiliando a tomada de decisão. Conhecida como análise multicritério, é muito utilizada para estudos e avaliações de risco ambiental.

163 É preciso dispor de um computador muito potente para se trabalhar com SIG?

Não necessariamente. Atualmente, os computadores pessoais são capazes de processar grande parte dos SIGs. Contudo, dependendo das análises a serem realizadas, podem ser necessários computadores com maior capacidade de processamento.

164 Onde obter dados para análises em SIG?

Os dados para análises espaciais podem vir de diferentes fontes. Podem ser obtidos em levantamentos de campo ou adquiridos de terceiros. Muitos dos órgãos oficiais de estatística e geografia ou órgãos do governo disponibilizam mapas base que podem ser integrados nas análises espaciais.

Existem também grupos de pesquisa que disponibilizam as informações com que trabalham. Grande parte desses dados pode

ser acessada pela internet, tomando-se os devidos cuidados para dar crédito às fontes de forma correta e de se verificar a qualidade das informações.

De especial interesse é o *Catálogo de Metadados* da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (Geoportal – INDE)¹¹, que cataloga os metadados geoespaciais de diversos órgãos do governo brasileiro, além de permitir o acesso a muitos desses dados. Em se tratando de imagens de sensores remotos, muitas estão disponíveis, gratuitamente, na internet (ex.: satélites Landsat, CBERS-2, sensor MODIS), ou adquiridas de representantes comerciais, principalmente no caso de imagens de alta resolução espacial.

165 O que são dados vetoriais e matriciais?

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) usam duas formas básicas para representar os dados espaciais:

Representação de dados vetoriais – Usa um ou mais pares de coordenadas para representar pontos, linhas e polígonos e a relação dessas feições com seus diferentes atributos.

Representação de dados matriciais – Usa uma grade composta por linhas e colunas para representar alguma informação de interesse no espaço, ou seja, uma matriz de valores (também conhecidos como dados raster).

Uma característica importante desses dados é a resolução espacial, ou seja, a área no terreno que é representada pela menor unidade presente na imagem (pixel).

166 Quais dados podem ser representados no formato vetorial e matricial e quais as diferenças entre eles?

Dados com variáveis discretas pontuais ou que representem feições lineares são mais facilmente representados utilizando vetores (ex.: estações meteorológicas, localização de endereços numa cidade, rios, estradas):

¹¹ Disponível em: <www.metadados.inde.gov.br>.

Dados com variáveis contínuas – Distribuídas numa área determinada são mais bem representados por meio de matrizes (ex.: precipitação, temperatura, imagens de sensores remotos etc.).

Dados temáticos – Descrevem classes de alguma variável numa região, podem utilizar tanto a representação matricial quanto vetorial. Alguns exemplos de dados temáticos incluem: mapas de solo, de uso e cobertura da terra, divisão de estados, regiões, distribuição do produto interno bruto (PIB) e outros.

A representação matricial tem a vantagem de permitir operações de álgebras de mapa, além de ser mais adequada para representar dados contínuos (ex.: precipitação). Contudo, caso necessite de elevado nível de detalhe, o tamanho do arquivo utilizado na representação matricial pode ser muito grande. Já a representação vetorial possibilita armazenar e representar dados com elevada precisão espacial usando arquivos menores.

Dados vetoriais – Também possibilitam a associação com diferentes atributos e análises de topologia. Cabe ao usuário do SIG identificar a forma de representação mais adequada para suas análises, levando em conta, também, que o formato dos dados pode ser convertido sempre que o usuário achar conveniente.

167

O que é um modelo digital de elevação (MDE) e onde obtê-lo?

É um modelo matemático que reproduz uma superfície real a partir de um conjunto de pontos de coordenadas x e y , com atributos em z que descrevem uma variação contínua da superfície.

O modelo digital de elevação (MDE) tem este nome porque é muito usado em mapas topográficos. Na verdade, trata-se de uma representação na qual se usa o formato matricial. Um MDE pode ser gerado de diferentes formas, usando-se imagens estereoscópicas,

perfilamento a laser (LiDAR - *Light Detection and Ranging*) e a partir de cartas topográficas, interpolando as curvas de nível e utilizando, ou não, os pontos cotados e cursos d'água no processo.

Também é possível usar produtos prontos como o levantamento feito pelo *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) ou o modelo de elevação derivado do sensor Aster, o AsterGDEM.

168 O que é topologia?

É uma área da matemática que estuda as formas e as relações espaciais. Mais especificamente no geoprocessamento, a topologia diz respeito às relações entre diferentes feições como pontos, linhas e polígonos. Usando-se ferramentas de topologia num SIG, é possível identificar:

- Cruzamentos ou encontro de linhas.
- Sobreposição.
- Vazios entre polígonos.

Assim, pode-se verificar e corrigir mapas, como nos exemplos a seguir:

- Num mapa de curvas de nível, as linhas não devem se tocar nem cruzar.
- Num mapa político, a divisa entre dois estados deve ser comum a ambos, sem sobreposição ou vazios.
- Numa rede viária, as linhas das estradas devem estar conectadas.

169 O que é um *shapefile* ou arquivo *shape*?

É um formato de arquivo muito usado para armazenar dados vetoriais. Esse formato foi desenvolvido pela empresa ESRI no início da década de 1990. Com o tempo, o *shapefile* se tornou muito difundido entre os usuários, sendo que a maioria dos SIGs é capaz de ler e escrever nesse formato. Um *shapefile* é composto por mais

de um arquivo, todos com o mesmo nome, mas com extensões diferentes, incluindo:

- shp.
- shx.
- dbf.
- pr.

170 O que é um *buffer*?

É um modelo matemático que estabelece a distância euclidiana de um determinado objeto: ponto, linha, polígono (em caso de dados vetoriais) ou pixel (em caso de dados matriciais), delimitando uma área ao redor do objeto estudado. Como exemplo, pode-se citar a determinação do entorno de uma unidade de conservação ou de um curso d'água, onde até certa distância algumas restrições devem ser respeitadas.

171 Qual a precisão de um SIG? E em qual escala ele trabalha?

A precisão e a escala de um SIG dependem dos dados de entrada usados nos processamentos e análises. Ressalta-se a importância dos metadados, pois o usuário deve conhecer a informação usada, tal como escala, ano de obtenção, etc.

172 O que é um geoide?

É a forma da Terra, considerando a superfície formada pelo nível médio dos oceanos, sem a influência das marés e ventos.

173 O que é um elipsoide?

É a representação matemática de uma superfície que se aproxima da forma da Terra, o geoide.

174 O que é um *datum*?

É um modelo de representação da Terra ou parte dela, podendo ser:

Datum planimétrico ou horizontal – É um sistema de coordenadas, determinadas a partir de um elipsoide de referência, orientado com respeito a uma origem.

Datum vertical – Refere-se à superfície de referência usada para definir as altitudes de pontos da superfície terrestre.

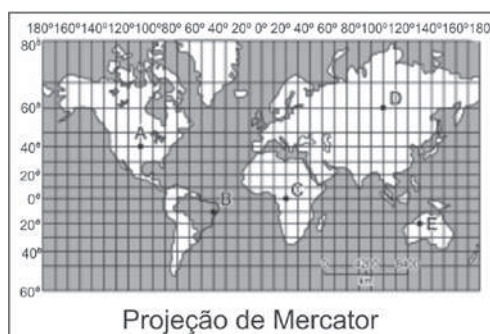
Faz-se o ajustamento das medições realizadas para definir a referência “zero” a partir de uma rede de marégrafos. No Brasil, o ponto de referência *desse datum* é o marégrafo da cidade de Imbituba, SC.

175 O que são sistemas de projeção cartográfica?

São sistemas que realizam a conversão das coordenadas localizadas na superfície terrestre para coordenadas em um plano de projeção. Desta forma, é possível representar feições de uma superfície curva em uma superfície plana.

176 Qual sistema de projeção cartográfica deve ser adotado?

Todo sistema de projeção ocasiona alguma distorção nos dados, seja na forma, na área ou nos ângulos. Cabe ao usuário escolher o melhor sistema de projeção para sua aplicação, que dependerá da área de estudo e da precisão necessária.



Para representações em escala global, é muito usada a projeção de mercator, principalmente nos sistemas WebGIS, mas

ela resulta em fortes distorções nos polos. Já em trabalhos em áreas menores, como um município, usa-se muito a projeção transversa de mercator (UTM), nos respectivos fusos.

177

Como converter um sistema de projeção cartográfica em outro?

A conversão dos mapas de um sistema de projeção para outro deve ser feita dentro do SIG. A forma de se fazer essa conversão depende do programa adotado. Recomenda-se que o usuário consulte o *Manual do SIG* que está usando para verificar a maneira mais adequada.

178

O que é um Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS)?

Esse sistema, do inglês *Global Navigation Satellite System* (GNSS), consiste numa constelação de satélites que permite determinar a localização e o posicionamento de um receptor (veículo, por exemplo) em qualquer lugar da superfície terrestre, no mar ou no ar. Nesse conceito de GNSS, encontram-se duas gerações:

- O GNSS-1 – Que se baseia nos sistemas NAVSTAR/GPS ou no GLONASS.
- O GNSS-2 – Que contará com os satélites do Bloco IIF do NAVSTAR-GPS e do sistema Galileo (em desenvolvimento).

179

Como um GNSS determina a localização do usuário?

É utilizado um procedimento conhecido por trilateração. Através de sinais de radiofrequência, um aparelho receptor GNSS é capaz de determinar sua distância em relação a pelo menos quatro satélites. A partir das coordenadas dos satélites e das distâncias é possível calcular as coordenadas do aparelho receptor do usuário.

180 Quantos satélites são necessários para compor um sistema GNSS?

Por ser um sistema de abrangência global, uma constelação de satélites deve ter no mínimo 24 satélites posicionados de forma que um determinado receptor sobre a superfície terrestre possa ter um mínimo de quatro satélites no horizonte para serem detectados.

181 O que é disponibilidade seletiva?

Também conhecido como *Selective Availability* (S/A), é um método para degradar a precisão obtida no cálculo das coordenadas, pelos receptores GPS. Em 2 de maio de 2000, essa degradação intencional do sinal foi removida do sistema, melhorando em torno de 10 vezes a precisão de posicionamento.

182 Quais os tipos de aparelhos receptores existentes?

De acordo com a aplicação, podem-se classificar os receptores em:

- Receptor de navegação.
- Receptor geodésico.
- Receptor para SIG (Sistema de Informação Geográfica).

183 Qual a precisão de um aparelho receptor GNSS?

Depende do tipo de aparelho receptor e da situação de uso. Receptores geodésicos, que utilizam as portadoras L1 e L2, podem obter coordenadas com margem de erro centimétrico. Receptores de navegação, que são os mais disseminados para uso pessoal, obtêm coordenadas com precisão na ordem de 15 m em 95% do tempo quando em tempo firme e horizonte livre. Entre as situações que degradam a precisão do receptor, estão a presença de nuvens

e a existência de obstáculos entre o receptor e os satélites, como prédios ou árvores.

184 O que são frequências L1 e L2?

As frequências L1 e L2 fazem parte da estrutura do sinal GPS, sendo essas frequências portadoras da Banda L. A frequência L1 e L2 são moduladas em três códigos binários: C/A, P e D. O uso das portadoras permitem precisões da ordem de 1 cm + 1 ppm (parte por milhão).

185 O que é um GPS diferencial e como funciona?

O levantamento por GPS diferencial utiliza uma estação fixa GPS (estação base), com coordenadas conhecidas, para avaliar imprecisões nas coordenadas calculadas. Esses são então utilizados para corrigir as coordenadas de um GPS que se desloca (*rover*), aumentando a precisão do levantamento. Essa correção pode ser realizada tanto em tempo real (RTK) ou após a realização do levantamento, no escritório (pós-processamento).

186 Qual o sistema de coordenadas usado no aparelho GNSS?

O aparelho GNSS permite a configuração em vários sistemas de coordenadas, mas o mais usual é trabalhar com o WGS-84 (UTM ou Geográficas) e posteriormente transformar as coordenadas para o sistema desejado.

187 Como obter as coordenadas geográficas de um local?

Podem ser obtidas¹²:

- Diretamente com o receptor GPS (em tempo real).
- Pós-processadas.
- A partir de cartas topográficas.

¹²Se forem obtidas em UTM, podem ser transformadas em geográficas.

188 Quais os requisitos para um levantamento topográfico georreferenciado?

Esse procedimento é feito por profissionais habilitados e requer uso de equipamentos de precisão (estação total e GPS de precisão), além do conhecimento de pelo menos um ponto com coordenadas conhecidas. Geralmente, essas são fornecidas pelo IBGE (marco geodésico).

189 Como converter as coordenadas UTM para latitude/longitude? E vice-versa?

Os cálculos envolvidos na transformação de coordenadas são bem complexos, mas existem vários programas, disponíveis na internet, que realizam as transformações entre coordenadas. Além disso, muitos dos SIGs dispõem de ferramentas para a conversão dos dados entre diferentes sistemas de coordenadas e projeções. Para converter as coordenadas UTM em latitude/longitude, é preciso saber:

- O hemisfério (norte ou sul).
- O meridiano central ou a zona UTM.
- O sistema de coordenadas – SAD69, WGS 84, SIRGAS 2000.

190 Se o GPS veicular direcionar alguém para um local errado, quais fatores influenciaram esse erro?

Os aparelhos de GPS veicular ou os programas de celular ou de internet que traçam as rotas dependem muito da base de dados que está inserida no aparelho. Bases desatualizadas ou com erros podem fazer com que o trajeto ou o destino escolhido seja equivocado. Por exemplo, a base de dados pode estar com a numeração das casas inserida de forma errada, ou o sentido de alguma rua pode ter sido alterado, levando ao lugar errado ou escolhendo piores rotas.